

L4 ANSWER 2 OF 3 WPINDEX COPYRIGHT 2001 DERWENT INFORMATION LTD

AN 1999-602470 [52] WPINDEX

DNN N1999-444213

TI Resistive current limiter e.g. for AC supply mains - has layer-type  
conductor path of superconducting material with non-superconducting zones  
in given arrangement.

DC X12 X13

IN HEISMANN, B; RIES, G

PA (SIEI) SIEMENS AG

CYC 1

PI DE 19832273 C1 19991111 (199952)\* 6p H01L039-16 <--

✓ ADT DE 19832273 C1 DE 1998-19832273 19980717

PRAI DE 1998-19832273 19980717

IC ICM H01L039-16

ICS H01L039-24

AB DE 19832273 C UPAB: 19991210

A resistive current-limiting device includes at least one laminar or laminate type of conductor path, designed for a given nominal or rated current, and containing a metal oxide high temperature coefft. (Tc) superconducting material, and is arranged on a substrate.

The conductor path (5) layer has a number of recesses (10,10i) in a given arrangement. More specifically, non-superconducting zones are provided as 'recesses' in the conductor path (5) layer.

USE - For protection against short-circuits and electrical discharging or arcing.

ADVANTAGE - Reduced inhomogeneity of critical current density distribution in conductor paths.

Dwg.1/4

FS EPI

FA AB; GI

MC EPI: X12-C05; X12-H01A3; X13-C03B1

⑩ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 198 32 273 C 1

⑤ Int. Cl. 6  
H 01 L 39/16  
H 01 L 39/24

① Aktenzeichen: 198 32 273.9-33  
② Anmeldetag: 17. 7. 88  
④ Offenlegungstag: -  
⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 11. 11. 99

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦ Patentinhaber:

Siemens AG, 80333 München, DE

⑬ Erfinder:

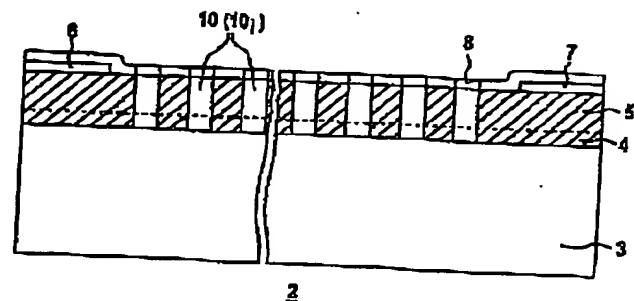
Heismann, Björn, 91052 Erlangen, DE; Ries, Günter,  
Dr., 91058 Erlangen, DE

⑭ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 195 20 205 A1  
DE 41 19 984 A1

⑭ Resistiver Strombegrenzer mit Hoch- $T_c$ -Supraleitermaterial sowie Verfahren zur Herstellung des Strombegrenzers

⑮ Der resistive Strombegrenzer (2) enthält mindestens eine schichtartige Leiterbahn (8) mit Hoch- $T_c$ -Supraleitermaterial auf einem Substrat (3). In der Schicht der Leiterbahn (5) sollen in vorbestimmter, insbesondere regelmäßiger oder zumindest weitgehend stochastischer Anordnung, Aussparungen (10, 10<sub>1</sub>) vorgesehen werden. Die Aussparungen (10, 10<sub>1</sub>) werden vorzugsweise nachträglich in die Schicht der Leiterbahn (5) eingearbeitet.



DE 198 32 273 C 1

DE 198 32 273 C 1

## DE 198 32 273 C 1

1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen resistiven Strombegrenzer mit mindestens einer für einen vorgegebenen Nennstrom ausgelegten schichtartigen Leiterbahn, die ein metalloxydisiertes Hoch- $T_c$ -Supraleitermaterial enthält, auf einem Substrat angeordnet ist und an ihren Enden kontaktierbar ist. Ein derartiger Strombegrenzer geht aus der DE 195 20 205 A1 hervor. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Strombegrenzers.

In elektrischen Wechselstromversorgungsnetzen können Kurzschlüsse und elektrische Überschlüsse nicht mit Sicherheit vermieden werden. Dabei steigt der Wechselstrom im betroffenen Stromkreis sehr schnell, d. h. in der ersten Halbwelle, auf ein Vielfaches seines Nennwertes an, bis er durch geeignete Sicherungs- oder Schalmittel unterbrochen wird. Als Folge davon treten in allen betroffenen Netzkomponenten, wie Leitungen und Sammelschienen, Schaltern oder Transformatoren, erhebliche thermische sowie mechanische Belastungen durch Stromkräfte auf. Da diese kurzzeitigen Lasten mit dem Quadrat des Stromes zunehmen, kann eine sichere Begrenzung des Kurzschlußstromes auf einen niedrigeren Spitzenwert die Anforderungen an die Belastungsfähigkeit dieser Netzkomponenten erheblich reduzieren. Dadurch lassen sich Kostenvorteile erzielen, etwa beim Aufbau neuer als auch beim Ausbau bestehender Netze, indem durch einen Einbau von Strombegrenzern ein Austausch von Netzkomponenten gegen höher belastbare Ausführungsformen vermieden werden kann.

Mit supraleitenden Strombegrenzern vom resistiven Typ kann der Stromanstieg nach einem Kurzschluß auf einen Wert von wenigen Vielfachen des Nennstromes begrenzt werden; darüber hinaus ist ein solcher Begrenzer kurze Zeit nach Abschaltung wieder betriebsbereit. Er wirkt also wie eine schnelle, selbstheilende Sicherung. Dabei gewährleistet er eine hohe Betriebssicherheit, da er passiv wirkt, d. h. autonom ohne vorherige Detektion des Kurzschlusses und aktiver Auslösung durch ein Schaltsignal arbeitet.

Resistive supraleitende Strombegrenzer der eingangs genannten Art bilden eine speziell in einen Stromkreis einzufügende supraleitende Schaltstrecke. Dabei wird der Übergang einer supraleitenden Leiterbahn vom praktisch widerstandslosen kalten Betriebszustand unterhalb der Sprungtemperatur  $T_c$  des Supraleitermaterials in den normalleitenden Zustand über  $T_c$  hinaus ausgenutzt, wobei der nun vorhandene elektrische Widerstand  $R_n$  der Leiterbahn den Strom auf eine akzeptable Höhe  $R = U/R_n$  begrenzt. Die Erwärmung über die Sprungtemperatur  $T_c$  geschieht durch Joule'sche Wärme in dem Supraleiter der Leiterbahn selbst, wenn nach Kurzschluß die Stromdichte  $j$  über den kritischen Wert  $j_c$  des Supraleitermaterials ansteigt, wobei das Material auch unterhalb der Sprungtemperatur  $T_c$  bereits einen endlichen elektrischen Widerstand aufweist. Im begrenzenden Zustand oberhalb der Sprungtemperatur  $T_c$  fließt in dem Stromkreis ein Reststrom weiter, bis ein zusätzlicher mechanischer Trennschalter den Stromkreis völlig unterbricht.

Supraleitende Strombegrenzer mit bekannten metalloxydisiertem Hoch- $T_c$ -Supraleitermaterialien, deren Sprungtemperatur  $T_c$  so hoch liegt, daß sie mit flüssigem Stickstoff von 77 K im supraleitenden Betriebszustand zu halten sind, zeigen eine schnelle Zunahme des elektrischen Widerstandes beim Überschreiten der kritischen Stromdichte  $j_c$ . Die Erwärmung in den normalleitenden Zustand und somit die Strombegrenzung geschieht dabei in verhältnismäßig kurzer Zeit, so daß der Spitzenwert des Kurzschlußstromes auf einen Bruchteil des unbegrenzten Stromes, etwa auf den 3- bis 10-fachen Nennstrom begrenzt werden kann. Der supraleitende Strompfad ist dabei in Kontakt mit einem Kühlmittel,

2

das ihn in verhältnismäßig kurzer Zeit nach einer Überschreitung der kritischen Stromdichte  $j_c$  in den supraleitenden Betriebszustand wieder zurückzuführen vermag.

Mit dem aus der eingangs genannten DE-A-Schrift zu entnehmenden Strombegrenzer sind entsprechende Anforderungen weitgehend zu erfüllen. Der bekannte Strombegrenzer weist ein Substrat aus einem elektrisch isolierenden Material wie z. B. aus Y-stabilisiertem  $ZrO_2$  oder aus Glas auf, auf dem ein metalloxydisiertes Hoch- $T_c$ -Supraleitermaterial (Abkürzung: HTS-Material) in Form einer zu mindestens einer Leiterbahn strukturierten Schicht aufgebracht ist. Die Leiterbahn kann z. B. als Mäander gestaltet sein (vgl. DE 41 19 984 A1). An ihren Enden ist die Leiterbahn mit weiteren Leitern zur Einspeisung bzw. Abnahme des zu begrenzenden Stromes kontaktierbar.

Es wurde festgestellt, daß in den Leiterbahnen dieser bekannten Strombegrenzer die räumliche Verteilung der kritischen Stromdichte  $j_c$  in dem Supraleitermaterial inhomogen ist. Die Folge davon ist, daß beim Einsatz des Strombegrenzers nicht die gesamte Leiterfläche gleichmäßig geschaltet und belastet wird. Daraus resultieren geringere maximale Schaltleistungen und/oder eine reduzierte Betriebssicherheit durch die Gefahr einer verfrühten lokalen Zerstörung der Leiterbahn aufgrund von unerwünschten Überhitzungen an einer Phasengrenze.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, den Strombegrenzer mit den eingangs genannten Merkmalen dahingehend auszugestalten, daß dieses Problem bezüglich einer inhomogenen räumlichen Verteilung der kritischen Stromdichte  $j_c$  gemildert ist. Weiterhin soll hierzu ein spezielles Verfahren zur Ausbildung eines entsprechenden Strombegrenzers angegeben werden.

Diese Aufgabe bezüglich des Strombegrenzers wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß in der Schicht der Leiterbahn in vorbestimmter Anordnung Aussparungen vorgesehen sind. Unter einer Aussparung der Leiterbahn wird dabei ein Bereich innerhalb der supraleitenden Schicht der Leiterbahn verstanden, der sich durch die gesamte Schichtdicke der Leiterbahn senkrecht hindurch erstreckt und selbst nicht-supraleitend ist. Eine entsprechende Aussparung kann dabei in Form eines Loches vorliegen oder durch einen entsprechenden, inselförmigen nicht-supraleitenden Bereich innerhalb der Schicht der Leiterbahn ausgebildet sein. Solche inselförmigen, nicht-supraleitenden Bereiche haben dieselbe Wirkung wie entsprechende Löcher.

Die Erfindung geht dabei von der Erkenntnis aus, daß derartige Aussparungen im Schaltbetrieb des Strombegrenzers die räumliche Verteilung des Eigenmagnetfeldes bzw. der abschirmenden Stromverteilung in der Leiterbahn verändern: Das Eindringen des magnetischen Flusses als mikroskopische Ursache eines Phasenüberganges findet folglich nicht nur primär am Seitenrand der Leiterbahn, sondern nun vermehrt auch in davon beabstandeten, weiter innen liegenden Bereichen der Leiterbahn statt. Die Schaltleistung des erfindungsgemäßen Strombegrenzers ist dementsprechend erhöht.

Besonders vorteilhaft ist eine zumindest weitgehend hexagonale oder stochastische Verteilung/Anordnung der einzelnen Aussparungen über die Oberfläche der Leiterbahn gesehen. Denn damit wird eine Ausbreitung des Phasenüberganges vom supraleitenden in den normalleitenden Zustand auch in Längsrichtung forciert.

Ein vorteilhaftes Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Strombegrenzers ist dadurch gekennzeichnet, daß die Aussparungen nachträglich, insbesondere auf mechanischem oder chemischem Wege in die Schicht der Leiterbahn eingearbeitet werden. Ein derartiges Verfahren ist verhältnismäßig einfach durchzuführen. Als hierfür ein-

## DE 198 32 273 C 1

3

setzbares Mittel zum mechanischen Einarbeiten solcher Aussparungen ist insbesondere ein Laser geeignet, mit dem vorteilhaft scharf umrissene Bereiche definiert werden können.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Strombegrenzers sowie des Verfahrens zu seiner Herstellung gehen aus den jeweiligen abhängigen Unteransprüchen hervor.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung noch weiter erläutert. Dabei zeigen jeweils schematisch deren Fig. 1 einen Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Strombegrenzer in Längsrichtung sowie deren Fig. 2 bis 4 jeweils als Aufsicht Anordnungsmöglichkeiten für Aussparungen in der Leiterbahn dieses Strombegrenzers.

Bei der Gestaltung des Strombegrenzers nach der Erfindung wird von an sich bekannten Ausführungsformen (vgl. DE 195 20 205 A oder DE 41 19 984 A1) ausgegangen. Der Strombegrenzer umfaßt deshalb mindestens einen auch als Substrat zu bezeichnenden Trägerkörper, gegebenenfalls wenigstens eine darauf abgeschiedene, auch als Puffer- oder Haftschicht anzusehende Zwischenschicht sowie eine auf dieser Zwischenschicht aufgebraute Schicht aus einem HTS-Material. Für den Trägerkörper wird eine Platte oder ein Band oder eine sonstige Struktur aus einem metallischen oder elektrisch isolierenden Material mit einer an sich beliebigen Dicke und den für den jeweiligen Anwendungsfall geforderten Abmessungen verwendet. Als metallische Materialien kommen hier alle als Träger für HTS-Materialien bekannten elementaren Metalle oder Legierungen dieser Metalle in Frage. Beispielsweise sind Cu, Al oder Ag oder deren Legierungen mit einem der Elemente als Hauptkomponente oder Stähle wie spezielle NiMo-Legierungen, insbesondere mit dem Handelsnamen "Elastalloy", geeignet. Als nicht-metallisches, elektrisch isolierendes Material für den Trägerkörper kommen Keramiken wie mit Y stabilisiertes  $ZrO_2$  (Abkürzung: "YSZ"),  $MgO$ ,  $SrTiO_3$  oder Glasmaterialien in Frage. Die Zwischenschicht kann insbesondere zur Förderung eines texturierten Wachstums des HTS-Material dienen. Deshalb sind beispielsweise als Zwischenschichtmaterial YSZ,  $CeO_2$ , YSZ +  $CeO_2$  (als Doppelschicht),  $Pr_2O_{11}$ ,  $MgO$ , YSZ + Sn-dotiertes  $In_2O_3$  (als Doppelschicht),  $SrTiO_3$  oder  $La_{1-x}Ca_xMnO_3$  geeignet.

Als HTS-Materialien kommen alle bekannten metalloxydischen Hoch- $T_c$ -Supraleitermaterialien in Frage, die insbesondere eine Kühlechnik mit flüssigem Stickstoff erlauben. Entsprechende Materialien sind beispielsweise  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  bzw.  $RBa_2Cu_3O_{7-x}$  (mit R = Seltenes Erdmetall),  $HgBa_2CaCu_2O_{8+x}$ ,  $HgBa_2Ca_2Cu_3O_{8+x}$ ,  $Bi_2Sr_2CaCu_2O_{8+x}$  oder  $(Bi,Pb)_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10+x}$ . Die HTS-Schicht ist insbesondere zu der Leiterbahn strukturiert. Außerdem kann sie mit mindestens einer weiteren Schicht wie z. B. einer Schutzschicht oder einer als Shuntwiderstand dienenden, elektrisch leitenden Schicht aus Metall abgedeckt sein.

Einen entsprechenden Aufbau eines Strombegrenzers oder eines Teils von demselben zeigt Fig. 1. Dieser allgemein mit 2 bezeichnete Strombegrenzer enthält deshalb ein Substrat 3, eine gegebenenfalls darauf angeordnete, in der Figur nur angedeutete Zwischenschicht 4 sowie eine darauf aufgebraute, aus einer HTS-Schicht gebildete Leiterbahn 5. An ihren Enden ist die Leiterbahn mit Kontaktfleichen 6 und 7 versehen, an denen weitere Leiter zum Einspeisen bzw. Abführen eines zu begrenzenden Stromes anzuschließen sind. Eine auf der Leiterbahn aufgebraute Schutz- oder Shuntwiderstandsschicht ist mit 8 bezeichnet.

Gemäß der Erfindung sollen in der Leiterbahn 5 Aussparungen 10 in vorbestimmter Anordnung vorgesehen sein, um so den Einfluß von Schwankungen der kritischen Strom-

4

dicke je auf das Schaltverhalten des Strombegrenzers zu reduzieren und einen homogenen Phasenübergang zwischen der supraleitenden und der normalleitenden Phase (bzw. Zustand) zu gewährleisten. Die Anordnung der einzelnen Aussparungen ist dabei so vorzunehmen, daß weder die Stromtragfähigkeit der gesamten Leiterbahn noch ihre thermische oder mechanische Stabilität negativ beeinflusst werden.

Eine entsprechende Strukturierung der Leiterbahn 5 mit Aussparungen 10 in zumindest annähernd rechteckiger oder auch quadratischer Anordnung ist aus der Aufsicht der Fig. 2 näher ersichtlich. Die Strukturierung kann dabei durch senkrecht in die Schicht eingebrachte, die Schicht vollständig durchdringende Löcher 10, realisiert sein. Solche Löcher lassen sich z. B. auf physikalischem, insbesondere mechanischem, oder auf chemischem Wege einarbeiten. Beispielsweise können die Löcher mittels eines Lasers erzeugt werden. Gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Löcher 10 als kreisförmig angenommen. Sie können aber auch eine andere Form ihrer Querschnittsfläche besitzen, z. B. in Form einer Ellipse, eines Rechtecks oder in der Gestalt eines Polygons.

Der (effektive) Durchmesser d zumindest der Mehrzahl der Löcher 10 sollte dabei vorteilhaft zwischen 10 µm und 2 mm liegen. Sind Löcher mit von der Kreisform abweichender Gestalt vorgesehen, so soll die von ihnen jeweils eingenommene Fläche der eines Kreises mit einem Durchmesser in der genannten Größenordnung entsprechen. Demgegenüber wird für den mittleren Abstand a zwischen zwei benachbarten Löchern vorteilhaft ein Wert zwischen  $a = 2 \cdot d$  und  $a = 100 \cdot d$  gewählt. Darüber hinaus sollte ein entsprechender Abstand auch zwischen den randnahen Löchern und dem jeweiligen Seitenrand der Leiterbahn eingehalten werden.

Gemäß einem konkreten Ausführungsbeispiel für eine Verteilung der Löcher 10, entsprechend einer quadratischen oder rechteckigen Anordnung in einem kubischen Gitter beträgt der Abstand  $a_x$  zwischen zwei Löchern 10 in x-Richtung (= Längsrichtung) der Leiterbahn 800 µm, der Abstand  $a_y$  in y-Richtung (= Querrichtung dazu) 500 µm, so daß sich ein mittlerer Abstand von 796,7 µm ergibt. Der Durchmesser d der Lochfläche beträgt dabei 200 µm.

Fig. 3 zeigt eine Verteilung von Löchern 10, entsprechend einer zumindest angenäherten Anordnung in einem hexagonalen Gitter. Die Gitterkonstante a bestimmt dabei den mittleren Abstand zwischen benachbarten Löchern. Als Ausführungsbeispiel sind hier ein Lochdurchmesser d = 110 µm und eine Gitterkonstante a = 212 µm angenommen.

Neben solchen zumindest weitgehend regelmäßigen Verteilungen der Löcher 10, gemäß den Fig. 2 und 3 sind auch zumindest weitgehend stochastische Lochanordnungen möglich. Fig. 4 zeigt ein entsprechendes Ausführungsbeispiel, bei dem der mittlere Abstand a zwischen benachbarten Löchern 10 etwa 250 µm beträgt bei einem Lochdurchmesser d von etwa 100 µm.

Gemäß den dargestellten Ausführungsbeispielen wurden als Aussparungen durch die Schicht der Leiterbahn hindurchgehende Löcher angenommen. Diese Löcher werden zweckmäßig nachträglich in die Leiterbahn eingebracht oder zugleich mit der Strukturierung der Leiterbahn aus einer HTS-Schicht ausgebildet. Da es jedoch bei dem erfindungsgemäßen Strombegrenzer nicht auf die Lochform, sondern nur auf die Veränderung der räumlichen Verteilung des Eigenmagnetfeldes bzw. der abschirmenden Stromverteilung der Leiterbahnordnung im Schaltbetrieb ankommt, wird eine entsprechende Funktion auch durch den Löchern 10, entsprechende Bereiche der Leiterbahn erfüllt, die von vornherein nicht-supraleitend sind oder nachträglich so gemacht sind. So können beispielsweise in einer HTS-

## DE 198 32 273 C 1

5

Schicht einer Leiterbahn nachträglich den Löchern entsprechende Bereiche quasi inselartig geschaffen werden, in denen die supraleitenden Eigenschaften wieder zerstört worden sind. Dies kann in bekannter Weise wie z. B. durch einen Laserstrahl erfolgen.

5

6

## Patentansprüche

1. Resistiver Strombegrenzer mit mindestens einer für einen vorgegebenen Nennstrom ausgelegten schichtartigen Leiterbahn, die ein metalloxidisches Hoch- $T_c$ -Supraleitermaterial enthält, auf einem Substrat angeordnet ist und an ihren Enden kontaktierbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß in der Schicht der Leiterbahn (5) in vorbestimmter Anordnung Aussparungen (10, 10') vorgesehen sind. 10
2. Strombegrenzer nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch nicht-supraleitende Bereiche als Aussparungen in der Schicht der Leiterbahn (5).
3. Strombegrenzer nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch eine zumindest weitgehend regelmäßige Verteilung der Aussparungen (10, 10') in der Leiterbahn (5). 20
4. Strombegrenzer nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Verteilung der Aussparungen (10, 10') der einer Anordnung in einem rechteckigen oder quadratischen oder hexagonalen Gitter entspricht. 25
5. Strombegrenzer nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch eine zumindest weitgehend stochastische Verteilung der Aussparungen (10, 10') in der Leiterbahn (5). 30
6. Strombegrenzer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die Mehrzahl der Aussparungen (10, 10') jeweils eine Fläche der Leiterbahn (5) einnehmen, die der eines Kreises mit einem Durchmesser  $d$  zwischen  $10\ \mu\text{m}$  und  $2\ \text{mm}$  entspricht. 35
7. Strombegrenzer nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der mittlere Abstand  $a$  zwischen zwei benachbarten Aussparungen (10, 10') und/oder von einem Seitenrand der Leiterbahn (5) zwischen  $a = 2 \cdot d$  und  $a = 100 \cdot d$  liegt. 40
8. Strombegrenzer nach einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch Aussparungen (10, 10') mit Querschnittsflächen in Form von Kreisen oder Rechtecken oder von Polygonen. 45
9. Verfahren zur Herstellung eines Strombegrenzers nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Aussparungen (10, 10') nachträglich in die Schicht der Leiterbahn (5) eingearbeitet werden.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Aussparungen (10, 10') auf physikalischem, insbesondere mechanischem Wege oder auf chemischem Wege in die Schicht der Leiterbahn (5) eingearbeitet werden. 50
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zur Einarbeitung der Aussparungen (10, 10') auf physikalischem Wege ein Laser verwendet wird. 55

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

60

65

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:

Int. Cl. 8:

Veröffentlichungstag:

DE 198 32 273 C1

H 01 L 38/16

11. November 1999

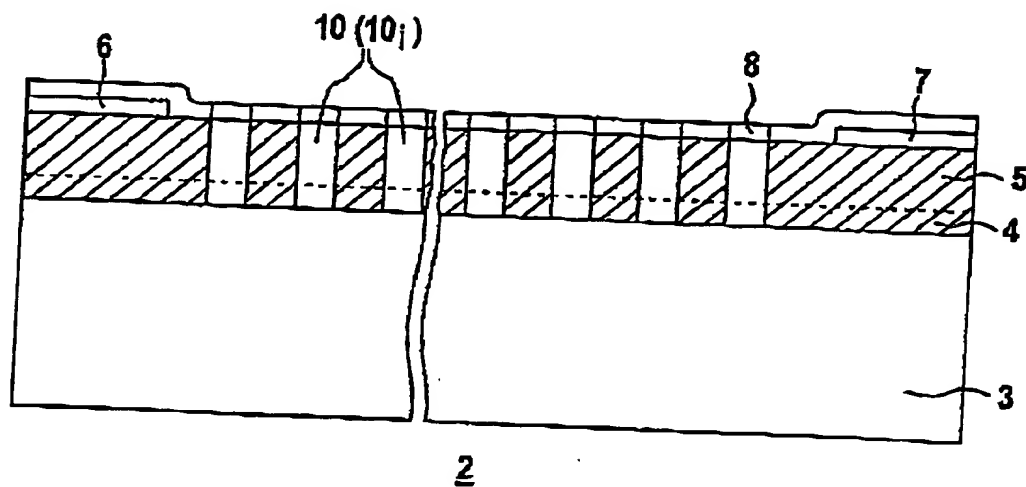


FIG 1

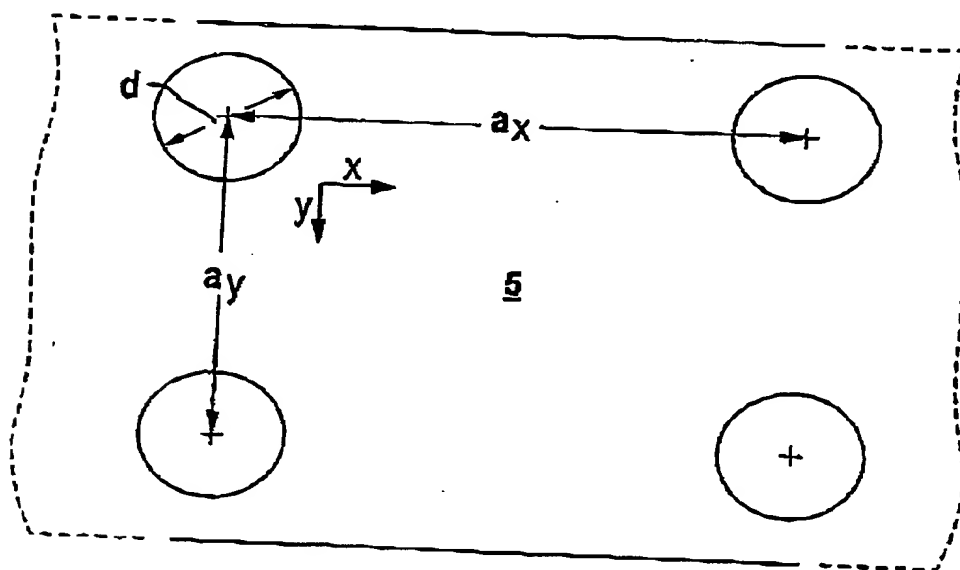


FIG 2

ZEICHNUNGEN SEITE 2

Nummer:  
Int. Cl. 6:  
Veröffentlichungstag:

DE 198 32 273 C1  
H 01 L 39/18  
11. November 1999

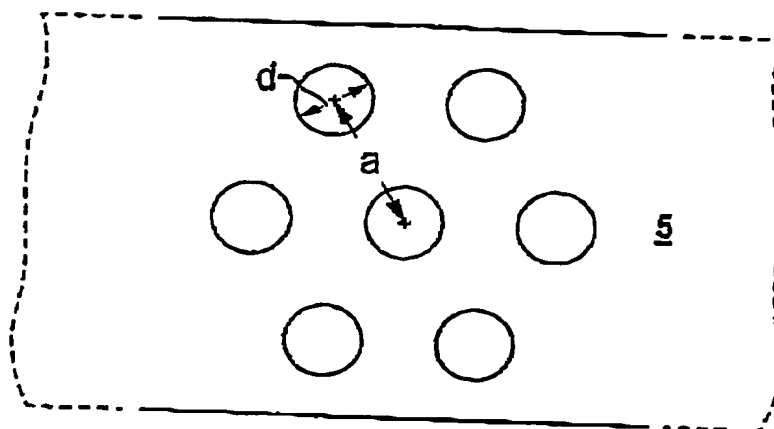


FIG 3

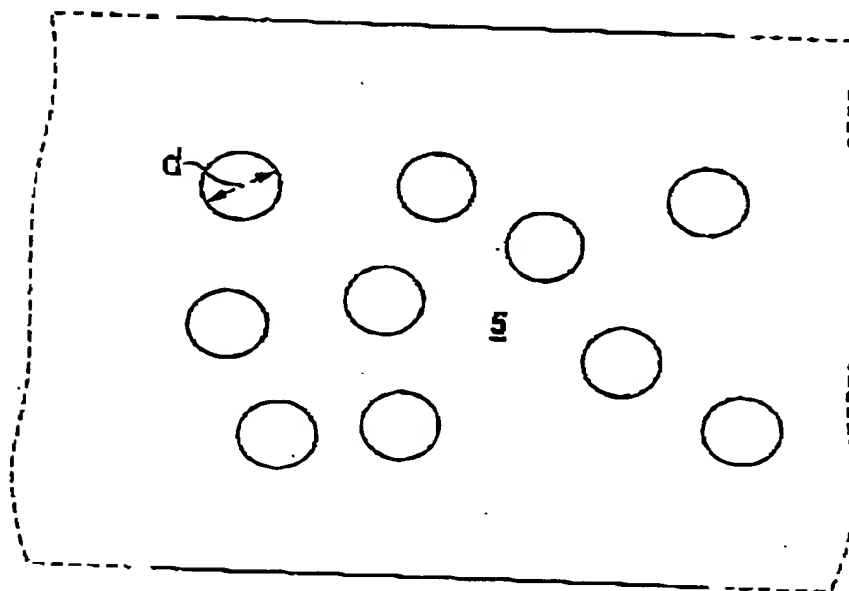


FIG 4